

Sicherheitstechnische Aspekte von Speichern im Netzparallelbetrieb

Michael Kain
Hochschule Landshut
Am Lurzenhof 1
84036 Landshut
michael.kain@haw-landshut.de
Tel.: +49 (0) 871 506 423



Gliederung

1. Zielsetzung
2. Definition Speichersystem
3. Betriebsmodi von Speichersystemen
4. Aspekte zur sicheren Netzintegration von Speichersystemen
5. Zusammenfassung

1. Zielsetzung

- Zunehmende Marktdurchdringung von Batteriespeichern
- Auslaufende Förderung Erneuerbarer Energien
- Dezentrale Stromerzeugung mit hohen installierten Leistungen durch Photovoltaik-Anlagen
- Anforderungen an Niederspannungsnetze nehmen zu
- höherer Anteil regenerativer Energien durch Speicher möglich
- Leistungsbetrachtung für Lasten und Erzeugungen

 **Betrachtung von relevanten Aspekten,
mit Einfluss auf die sichere, sowie kunden- und netzorientierte
Integration von Speichersystemen**

2. Definition Speichersystem

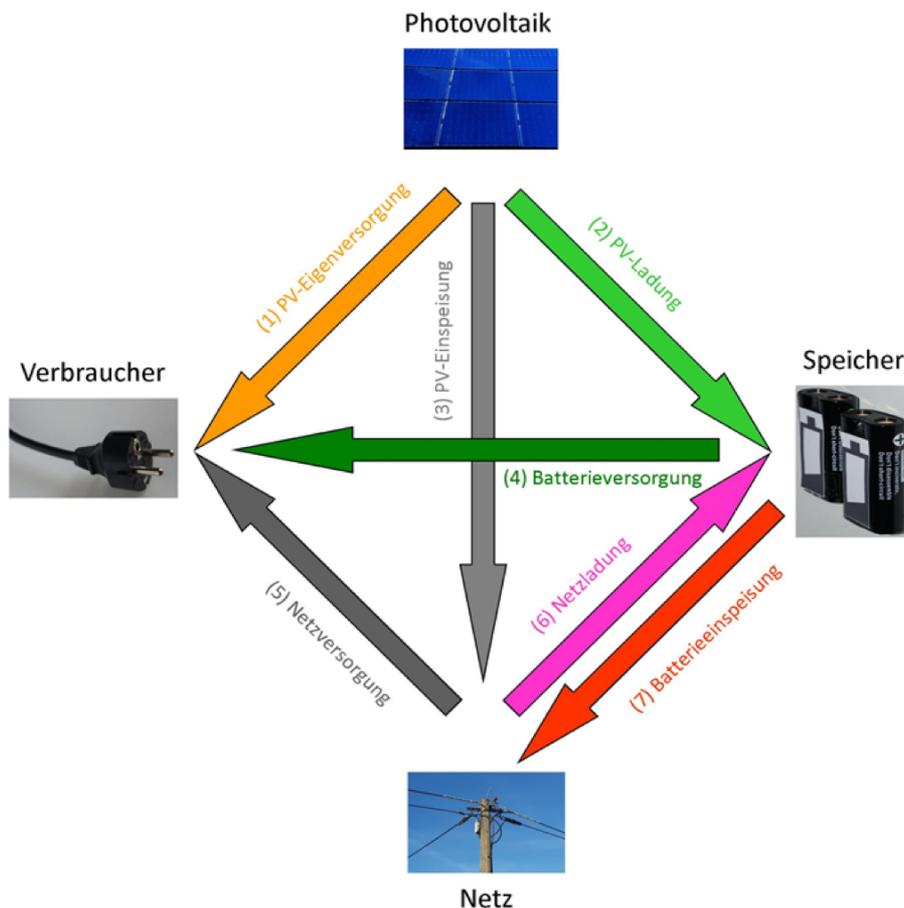
- Aktuell keine einheitliche Definition von Stromspeicher im Zusammenhang mit dem Stromnetz
- Technische Anlagen zur Speicherung von Energie
thermisch - mechanisch - chemisch - elektrisch - elektrochemisch
- Forum Netztechnik/Netzbetrieb (FNN):
„Anlage, die abhängig vom Betriebsmodus entweder elektrische Energie aus dem kundeneigenen Netz bzw. aus dem öffentlichen Netz beziehen oder einspeisen kann“

3. Betriebsmodi von Speichersystemen

Übergeordnete Einteilung:

- Energiebezug Laden des Speichersystems aus öffentlichem oder kundeneigenem Netz
- Energielieferung Entladen des Speichersystems in öffentliches oder kundeneigenes Netz
- Inselbetrieb Trennung von öffentlichem Netz, Laden und Entladen des Speichersystems aus und in das kundeneigene Netz

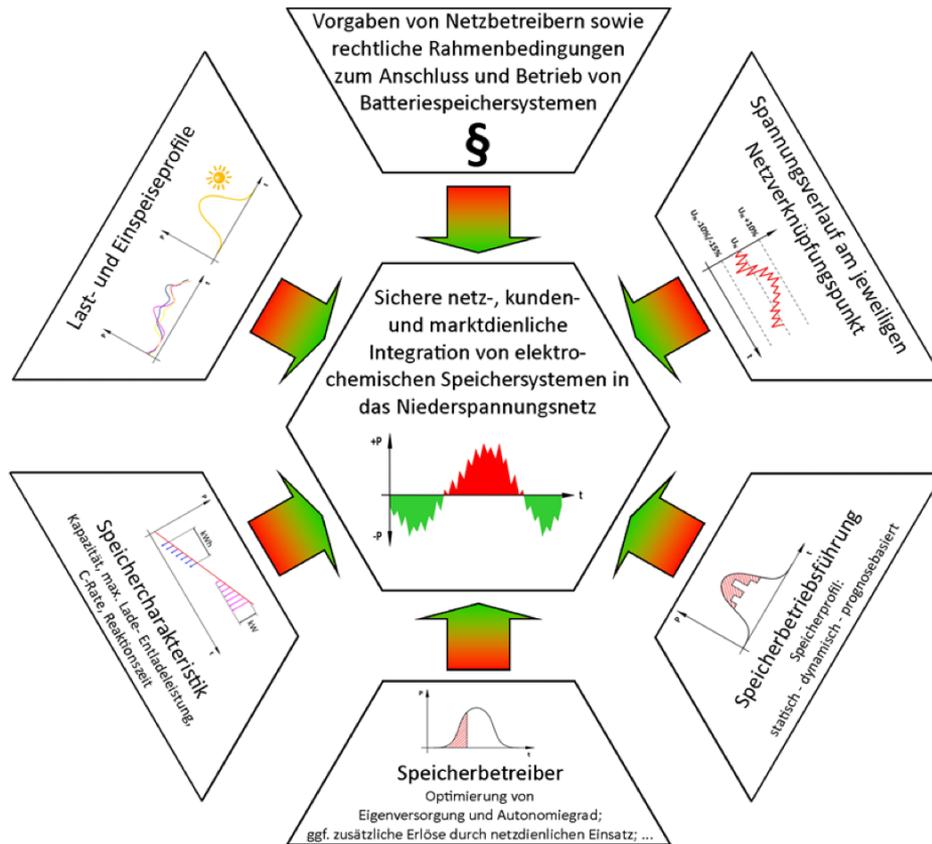
3. Betriebsmodi von Speichersystemen



Einsatzmöglichkeiten:

- kundendienlich
(z.B. Eigenverbrauchsoptimierung)
- marktdienlich
(z.B. Regelenergiebereitstellung)
- netzdienlich
(z.B. Spannungsstabilisierung)

4. Aspekte zur sicheren Netzintegration von Speichersystemen



- Vorgaben von Netzbetreibern
- Spannungsverlauf
- Speicherbetriebsführung
- Speicherbetreiber
- Speichercharakteristik
- Last- und Einspeiseprofile

4. Aspekte zur sicheren Netzintegration von Speichersystemen

Vorgaben zum Anschluss und Betrieb von Speichersystemen:

- Zugang zum Stromnetz
 - Anschlusskriterien
 - Speicher aus Netzsicht
 - Netzparallelbetrieb und Inselbetrieb
 - Symmetrie und Überwachung
 - Netzbelastung und Netzurückwirkungen
- Grundsätzlich gelten für Anschluss und Betrieb die Bedingungen des jeweiligen Netzbetreibers

4. Aspekte zur sicheren Netzintegration von Speichersystemen

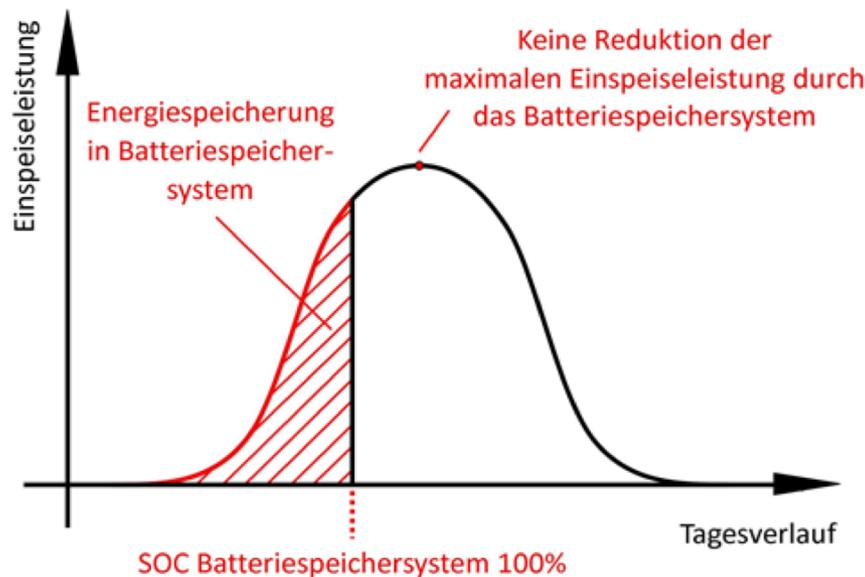
Spannungsverlauf am jeweiligen Netzverknüpfungspunkt

- ausschlaggebend für netzdienlichen und ökonomischen Einsatz
- zulässiger Spannungsbereich nach DIN EN 50160 (Stand 2011):
 $U_n \pm 10\%$
- Versorgung entlegener Kunden oder Netze ohne direkte Verbindung zu Übertragungsnetzen: $U_n +10\%/-15\%$
- bezüglich resultierender Spannungsänderungen gelten Anschlussbedingungen des jeweiligen Netzbetreibers
- Allgemeiner Verweis auf die VDE AR-N 4105 (Stand 2011)

4. Aspekte zur sicheren Netzintegration von Speichersystemen

Speicherbetreiber

ist als Investor grundlegender Entscheidungsträger für technischen und wirtschaftlichen Betrieb der Anlage

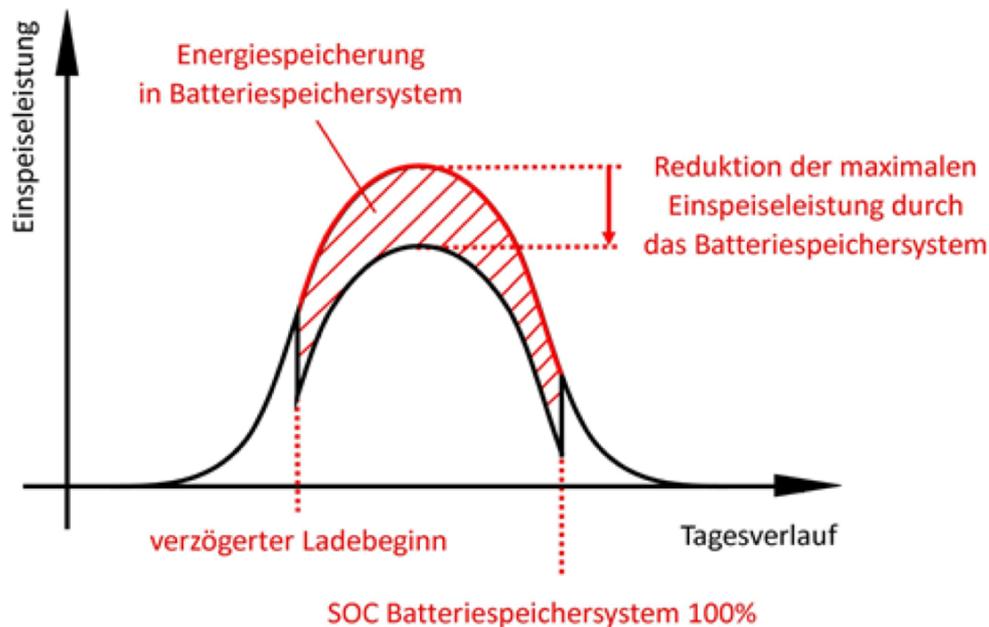


- Erreichen des täglich maximal möglichen Ladezustands durch statische Speicherbetriebsführung
- Keine oder nur zufällig netzdienliche Reduktion der maximalen Einspeiseleistung

4. Aspekte zur sicheren Netzintegration von Speichersystemen

Speicherbetriebsführung

Verzögertes Laden

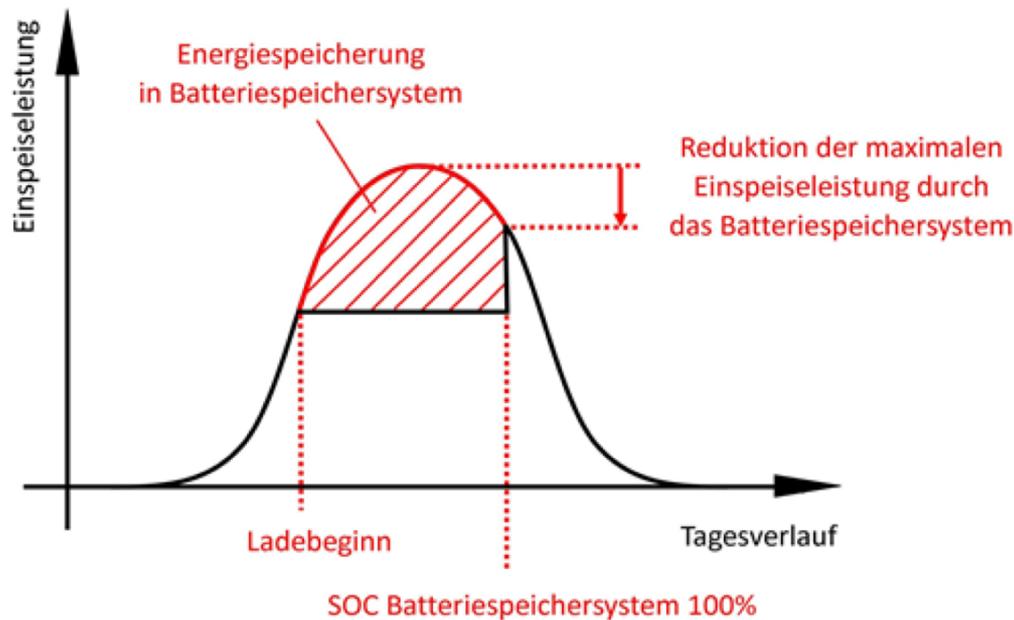


- Einspeisung niedriger Leistung
- Einspeicherung ab definiertem Zeitpunkt und/oder Leistungsgrenze
- Einspeicherung parallel mit Einspeisung
- Reduktion der maximalen Einspeiseleistung
- State of Charge (SOC) 100% ?

4. Aspekte zur sicheren Netzintegration von Speichersystemen

Speicherbetriebsführung

Peak-Shaving (**frühes** Erreichen SOC 100%)

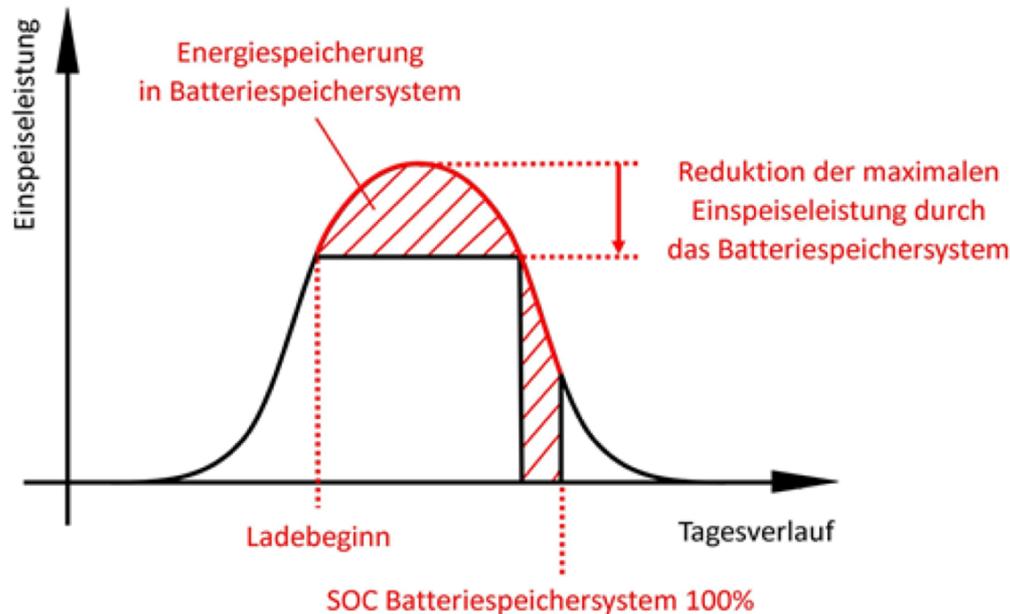


- Einspeisung maximal mit definierter Leistung
- Einspeicherung ab definiertem Zeitpunkt und/oder Leistungsgrenze
- Einspeicherung parallel mit Einspeisung
- **Reduktion der maximalen Einspeiseleistung...**
- **SOC 100% ?**

4. Aspekte zur sicheren Netzintegration von Speichersystemen

Speicherbetriebsführung

Peak-Shaving (**spätes** Erreichen SOC 100%)

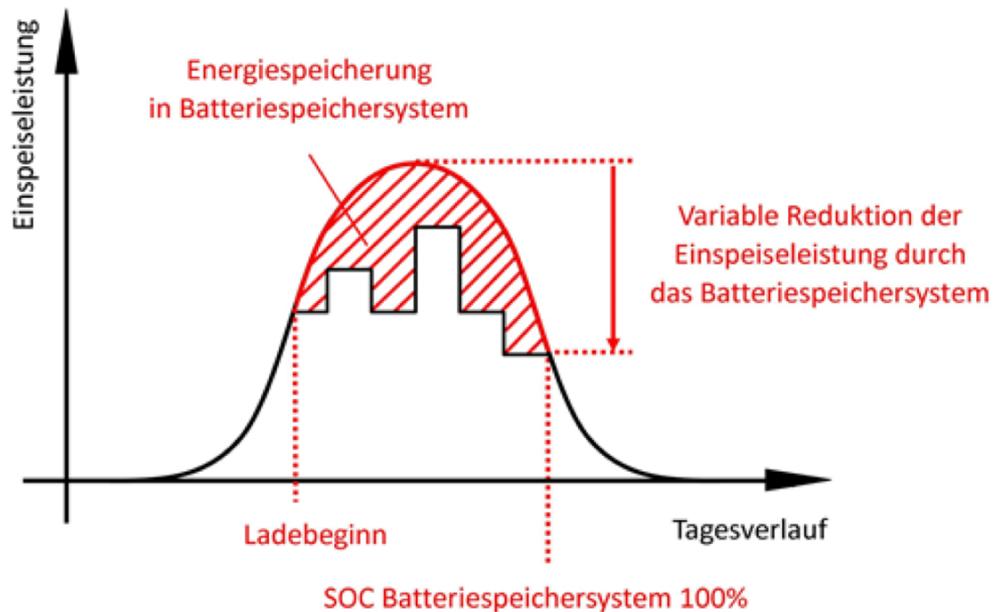


- Einspeisung maximal mit definierter Leistung
- Einspeicherung ab definiertem Zeitpunkt und/oder Leistungsgrenze
- Einspeicherung parallel mit Einspeisung
- **Reduktion der maximalen Einspeiseleistung...**
- **SOC 100% ?**

4. Aspekte zur sicheren Netzintegration von Speichersystemen

Speicherbetriebsführung

Prognosebasiertes Laden

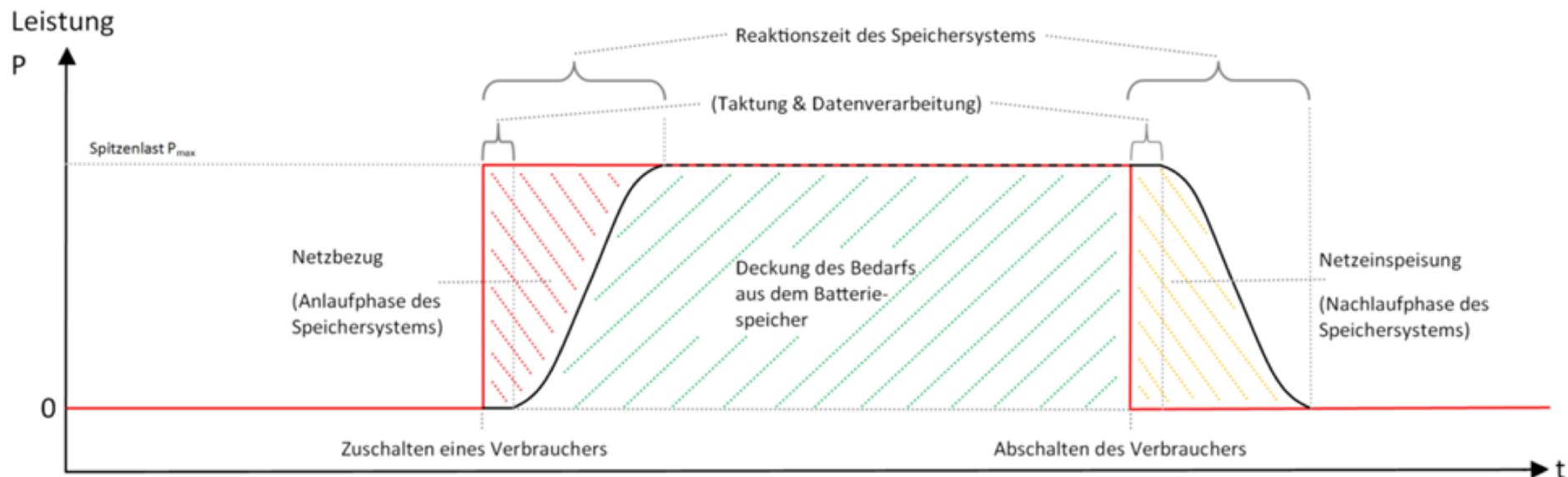


- Einspeicherung variabel auf Basis von Last- und Wetterprognosen
- Einspeicherung verlegt in Zeiten netzdienlicher Auswirkungen
- **Optimierte Reduktion der maximalen Einspeiseleistung**
- **Optimierter SOC**
- **Informations- & Kommunikationstechnik notwendig**

4. Aspekte zur sicheren Netzintegration von Speichersystemen

Speichercharakteristik

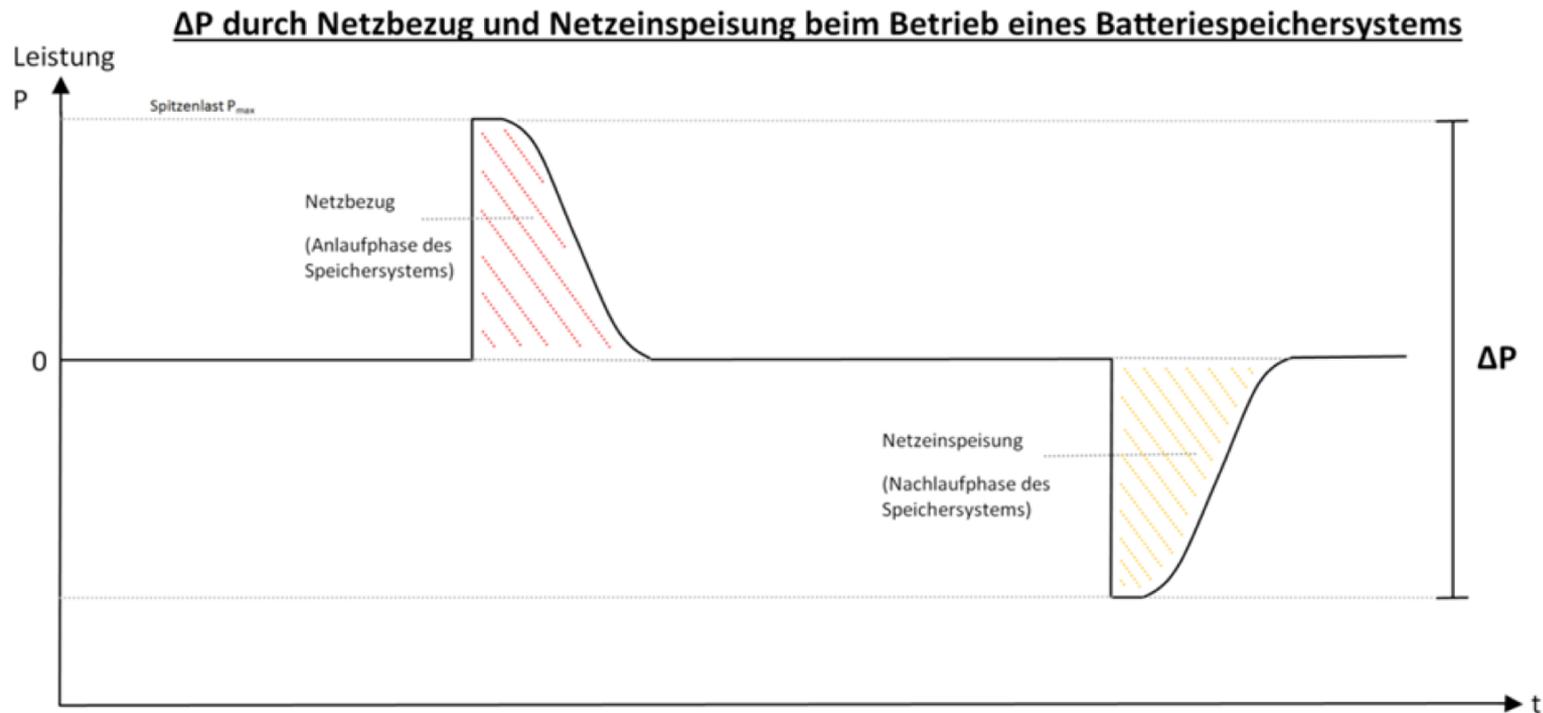
An- & Nachlauf eines Batteriespeichersystems bei Zu- und Abschalten einer Last



- Leistungstechnische Belastung mit/ohne Speichersystem identisch!

4. Aspekte zur sicheren Netzintegration von Speichersystemen

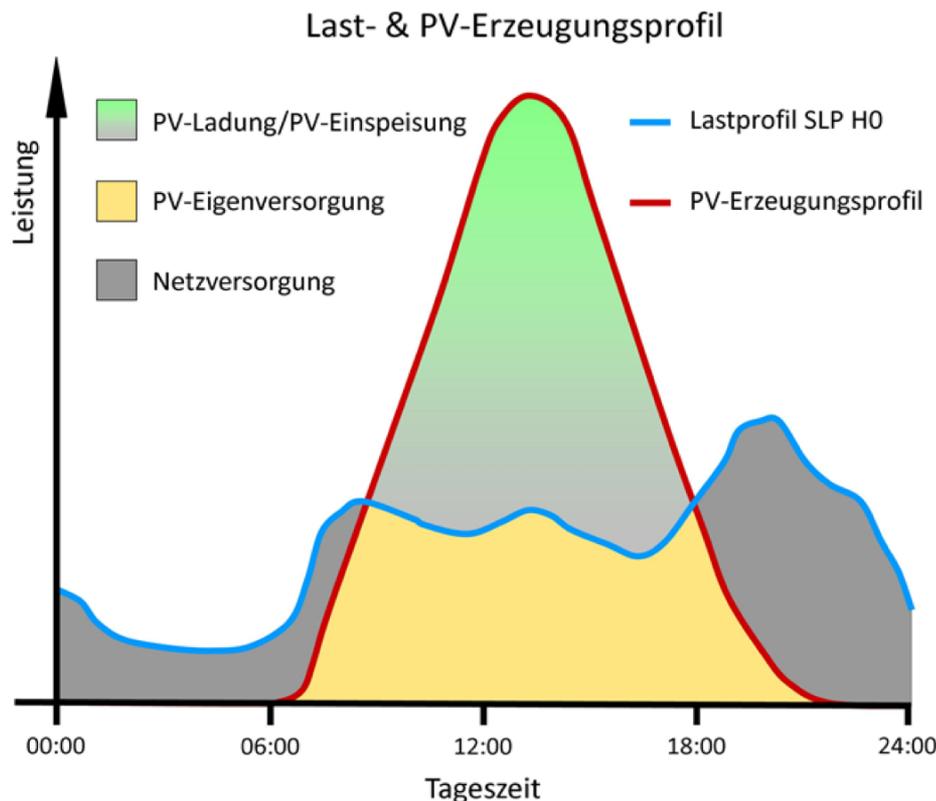
Speichercharakteristik



- Leistungstechnische Doppelbelastung des Netzes durch das Speichersystem!

4. Aspekte zur sicheren Netzintegration von Speichersystemen

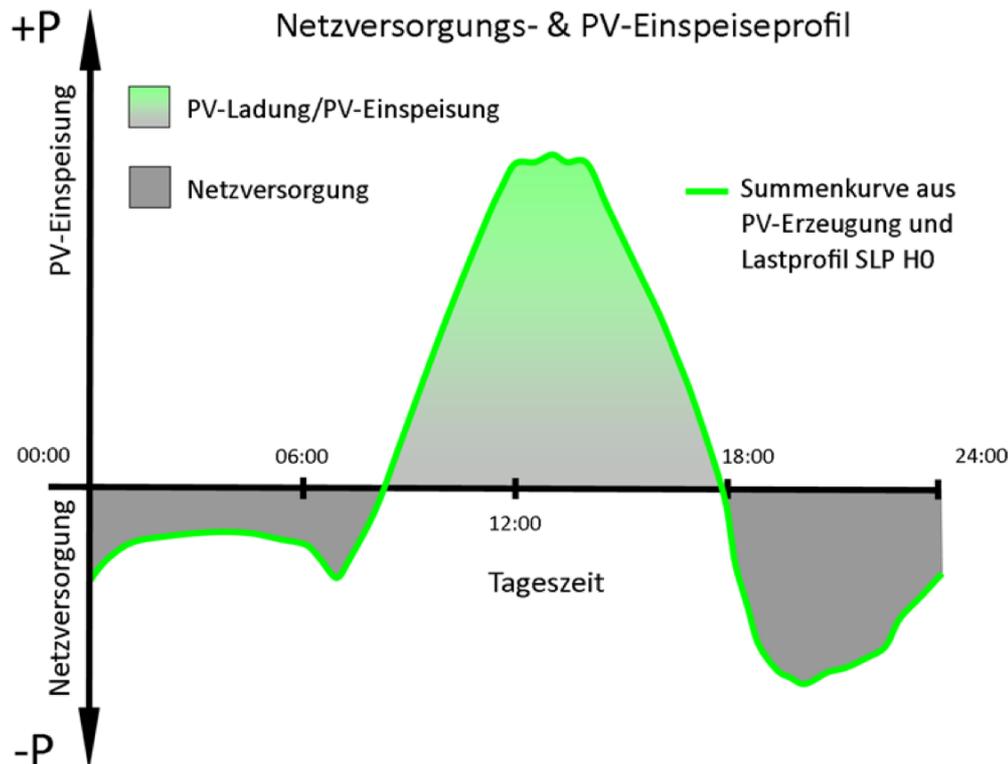
Last- und Einspeiseprojile



- Standardlastprofil eines Haushalts (SLP H0 – Werktag)
- Photovoltaik-Erzeugungsprofil (Sommer)
- Jahresverbrauch Haushalt
- Verbrauchsverhalten Haushalt
- Leistung und Ausrichtung der Photovoltaikanlage
- Geografische Position der Photovoltaikanlage
- **Täglich variierende Last- und Einspeiseprognosen**

4. Aspekte zur sicheren Netzintegration von Speichersystemen

Last- und Einspeiseprojile



- Summenkurve aus Last- und Einspeiseprognosen ergibt täglich variierende Netzversorgungs- & PV-Einspeiseprojile
- tagesgenau jedoch ohne individuelle Wetterprognose
- **PV-Ladeprofile ohne IKT**
- **Optimierter SOC**
- **SOC ohne IKT < SOC mit IKT**

5. Zusammenfassung

- Batteriespeichersysteme werden zukünftig vermehrt eingesetzt - u.a. in Kombination mit Photovoltaik-Anlagen bei den Endverbrauchern.
- Für eine sichere, kunden- und netzdienliche Integration von Speichersystemen sind individuelle Aspekte zu betrachten (Vorgaben des Netzbetreibers, Spannungsverlauf am Netzverknüpfungspunkt, Betriebsmodi, Speicherbetreiber, Speichercharakteristik, Last- und Erzeugungsprofile).
- Abhängig von der Reaktionszeit des Batteriespeichersystems muss für die entsprechende Zeitspanne der komplette Leistungsbedarf bzw. Leistungsüberschuss der Verbraucher oder Erzeugungsanlagen über das Stromnetz kompensiert werden.
- Diese Reaktionszeiten, bis die benötigte Leistung geliefert bzw. eingespeichert wird, sind systemabhängig, größtenteils mit weniger als einer Sekunde angegeben und haben sicherheitstechnische Auswirkungen auf die Netze.
- Rein leistungstechnisch betrachtet (P_{\max}) wird durch ein Batteriespeichersystem unter bestimmten Umständen eine zusätzliche Belastung für das Netz hervorgerufen.
- Die Leistungsgradienten gilt es insbesondere bei den Parallelbetriebsbedingungen von Batteriespeichersystemen weiterführend zu berücksichtigen.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

Michael Kain¹, Alfons Haber¹, Matthias Gaderer²

¹Hochschule Landshut, Am Lurzenhof 1, D-84036 Landshut,
michael.kain@haw-landshut.de, +49 (0) 871 506 423, www.haw-landshut.de
alfons.haber@haw-landshut.de, +49 (0) 871 506 230, www.haw-landshut.de

²TUM Campus Straubing, Schulgasse 16, 94315 Straubing
gaderer@tum.de, +49 (0) 9421 187 100, www.res.wzw.tum.de